

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

POLOHOVACÍ ZAŘÍZENÍ PRO INTENZITNÍ SONDU

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PAVEL SEDLÁŘ

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ**
ÚSTAV TELEKOMUNIKACÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF TELECOMMUNICATIONS

POLOHOVACÍ ZAŘÍZENÍ PRO INTENZITNÍ SONDU

POSITIONING SYSTEM FOR SOUND INTENSITY PROBE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

PAVEL SEDLÁŘ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ SCHIMMEL, Ph.D.

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav telekomunikací

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Teleinformatika

Student: Pavel Sedlář

ID: 109717

Ročník: 3

Akademický rok: 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Polohovací zařízení pro intenzitní sondu

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Navrhněte a realizujte řídicí jednotku pro 2D dálkově řízené polohovací zařízení sestavené z lineárních os s krokovými motory určené pro měření s akustickou intenzitní sondou nebo malým polem mikrofónů. Zařízení bude dálkově řízeno pomocí sériového rozhraní z osobního počítače a bude umožňovat naprogramované měření v bodech i metodou skenování. Navrhněte také mechanické součásti nutné pro sestavení zařízení a uchycení měřicích elementů. Program pro osobní počítač není součástí zadání, funkci zařízení lze ověřit např. pomocí hyperterminálu.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

- [1] Smetana, C. a kol., Hluk a vibrace, měření a hodnocení. Sdělovací technika, Praha 1998. ISBN: 80-901936-2-5
- [2] Matoušek, D., Práce s mikrokontroléry Atmel AVR. BEN - Technická literatura, Praha 2006. ISBN 80-7300-209-4
- [3] Novák, P., Mobilní roboty - pohony, senzory, řízení. BEN - technická literatura, Praha 2005. ISBN: 80-7300-141-1

Termín zadání: 7.2.2011

Termín odevzdání: 2.6.2011

Vedoucí práce: Ing. Jiří Schimmel, Ph.D.

prof. Ing. Kamil Vrba, CSc.
Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

ABSTRAKT

Práce se zabývá návrhem 2D polohovacího zařízení pro akustická měření, využívá modulů lineárních polohovacích os MAXS1BR a PAS41BR a krokových motorů ILS1R573PB1A0 od firmy Schneider Electric. Motory disponují integrovanou výkonovou elektronikou a rozhraním RS485. Pro připojení motorů k řídicímu počítači byl navržen převodník rozhraní, využívající integrovaný obvod MAX232 firmy MAXIM. Toto zapojení bylo nejprve sestaveno do nepájivého kontaktního pole, odzkoušeno a teprve po odladění nakreslen pložný spoj pomocí programu EAGLE Layout Editor. Součástí práce je i návrh mechanických částí, nutných pro sestavení zařízení a uchycení měřicích elementů.

KLÍČOVÁ SLOVA

akustická měření, polohovací zařízení, krokový motor, RS485

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with a development of a 2-dimensional positioning equipment for an acoustic measurement using modules of linear positioning axes MAXS1BR and PAS41BR and stepping motors ILS1R573PB1A0 by Schneider Electric. These motors include integrated power stage and interface RS485. An interface converter using integrated circuit MAX232 by MAXIM for interconnection between these motors and a control computer was designed. The circuit of the converter was built and tested in a solderless breadboard at first. Afterwards, a printed circuit board was developed using software EAGLE Layout Editor. This thesis also includes a documentation of mechanic parts, which are necessary to grip measuring appliances.

KEYWORDS

acoustic measurement, positioning equipment, stepper motor, RS485

SEDLÁŘ, P. *Polohovací zařízení pro intenzitní sondu*: bakalářská práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací, 2011. 31 s. Vedoucí práce byl Ing. Jiří Schimmel , Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Polohovací zařízení pro intenzitní sondu“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

Brno

.....

(podpis autora)

OBSAH

Úvod	9
1 Akustická měření	10
1.1 Akustický výkon	10
1.2 Metody měření	10
1.2.1 Měření v bodech	11
1.2.2 Měření skenováním	12
2 Konstrukce	13
2.1 Krokové motory	13
2.1.1 Unipolární řízení	13
2.1.2 Bipolární řízení	15
2.2 Polohovací systém	16
2.2.1 Možnosti a požadavky	16
2.2.2 Zvolená varianta	16
3 Řešení zvolené varianty	17
3.1 Mechanická konstrukce	17
3.1.1 Polohovací osy	17
3.1.2 Stojan	18
3.1.3 Upevnění měřicích elementů	19
3.2 Elektrická konstrukce	20
3.2.1 Pohon	20
3.2.2 Řídící jednotka	22
4 Závěr	28
Literatura	29

SEZNAM OBRÁZKŮ

1.1	Sonda intenzity zvuku	11
1.2	Aproximace plošného integrálu při měření akustického výkonu pomocí intenzity v bodech	11
1.3	Aproximace plošného integrálu při měření akustického výkonu pomocí intenzity metodou skenování	12
2.1	Unipolární řízení krokového motoru	13
2.2	Princip jednofázového řízení s plným krokem	14
2.3	Princip dvoufázového řízení s plným krokem	14
2.4	Princip řízení s polovičním krokem	14
2.5	Bipolární řízení krokového motoru	15
3.1	Nákres spojovacího dílu	17
3.2	Stojan pro polohovací systém	18
3.3	Detail jezdce polohovací osy	19
3.4	Adaptér König & Meyer 23550 [10]	19
3.5	Konektory pro připojení motoru ILS1R573 [8]	20
3.6	Přepínače pro nastavení parametrů motoru [8]	22
3.7	Bloková struktura obvodu MAX232 [15]	22
3.8	Realizace převodníku pomocí NKP	24
3.9	Osazení desky převodníku RS232 na RS485	25
3.10	Převodník RS232 na RS485 - strana spojů	26

SEZNAM TABULEK

3.1	Připojení krokového motoru ILS1R573 na sběrnici RS485	20
3.2	Připojení indukčních snímačů koncových poloh	21

ÚVOD

Obsahem bakalářské práce je návrh a realizace řídicí jednotky pro ovládání počítačem řízeného 2D polohovacího zařízení. Požadavky na pohyb akustické intenzitní sondy, nebo pole mikrofónů pro různá akustická měření jsou specifikovány v příslušných normách zabývajících se těmito měřeními. Je v nich popsáno při kterém měření má být pohyb sondy spojitý a kdy se má pohybovat po nespojitých krocích. Dále normy uvádějí podmínky měření a vzorce pro stanovení hodnot sledovaných veličin, možné způsoby jejich interpretace, přesnost a nedokonalosti jednotlivých metod měření. Touto problematikou se zabývá první kapitola práce. Nepopisuje podrobně všechny výše zmíněné oblasti, ale především shrnuje z nich vyplývající požadavky na navrhované polohovací zařízení.

Druhá kapitola se zabývá možnostmi konstrukce jednotlivých částí polohovacího zařízení s ohledem na požadavky vyplývající z kapitoly první. Popisuje druhy, funkce a vlastnosti komponentů vhodných pro navrhované zařízení a stanovuje kritéria pro výběr optimální varianty řešení. Navrhuje neoptimálnější řešení s ohledem na tato kritéria.

Ve třetí kapitole je uveden návrh a popis mechanických součástí nezbytných pro sestavení jednotlivých komponent polohovacího zařízení. Dále možný způsob uchycení měřicích elementů k jezdcí lineárních os. Hlavní část této kapitoly je věnována řídicí jednotce potřebné pro dálkové ovládání zařízení prostřednictvím osobního počítače.

1 AKUSTICKÁ MĚŘENÍ

1.1 Akustický výkon

Akustická energie postupuje prostorem všemi směry a akustický výkon se tedy šířením v prostoru rozptyluje. Pro zjištění síly zvuku, tj. množství akustické energie, které projde příslušnou plochou, kolmou ke směru šíření akustické energie, měříme veličinu zvanou akustická intenzita [1]. Jelikož se zvuk šíří zpravidla všemi směry (ve tvaru kulových vln), plocha odpovídá tvaru koule a akustickou intenzitu můžeme vyjádřit vztahem:

$$I = \frac{W}{S} \quad (1.1)$$

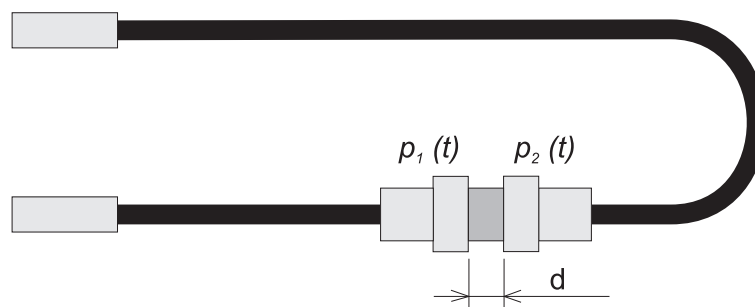
Kde W je celkový vyzářený akustický výkon, S obsah povrchu koule ($4\pi r^2$). Pro akustická měření se využívá jak vektorových vlastností akustické intenzity, tak její vazba na akustickou energii. Příkladem takového měření je měření akustického výkonu:

$$W = \oint \vec{I} \cdot \vec{n} \cdot dS = \oint \vec{I}_n \cdot dS \quad (1.2)$$

kde \vec{n} je jednotkový vektor kolmý k ploše S a \vec{I}_n je orientovaná velikost normálové složky vektoru intenzity. Tento tvar plošného integrálu je vhodný, protože obvyklá sonda měří pouze složku intenzity ve směru své osy.

1.2 Metody měření

Intenzitní sonda, viz obr. 1.1, je nejčastěji tvořena dvojicí kondenzátorových (příp. elektretových) mikrofونů, které měří hodnoty akustického tlaku ve dvou blízkých bodech. Oba mikrofony musí mít naprosto shodné přenosové funkce. Uspořádání mikrofونů může být různé, ovšem nejčastější uspořádání je čely k sobě, které vede ke zlepšení fázové charakteristiky. Mezi ochranné mřížky mikrofонů je vložena distanční vložka, která slouží k přesnému vymezení vzdálenosti.

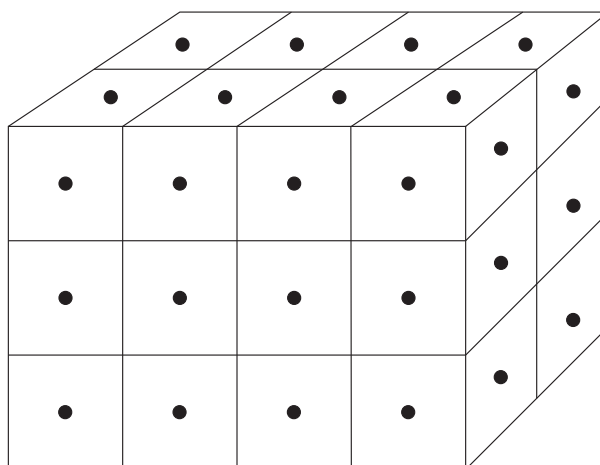


Obr. 1.1: Sonda intenzity zvuku

Intenzitní sondou lze měřit pouze v jednom bodě prostoru. Jinými slovy je třeba použít nějaký praktický postup, který nám umožní odhadnout integrál ve vztahu k (2). K tomuto se používají dvě metody, které jsou součástí normy ČSN ISO 9614 [3].

1.2.1 Měření v bodech

Metoda je specifikovaná normou ČSN ISO 9614-1, princip spočívá v nahrazení integrálu sumou, předpokladem je stacionární zvukové pole, obr. 1.2.



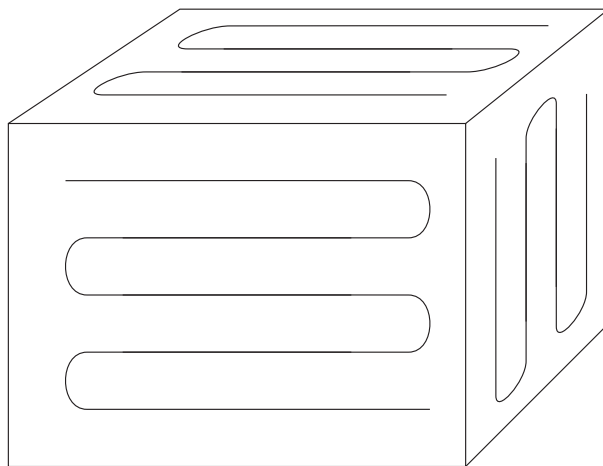
Obr. 1.2: Aproximace plošného integrálu při měření akustického výkonu pomocí intenzity v bodech

Měřicí plocha je rozparcelována na n dílčích ploch S_i . Uprostřed každé plošky je změřena intenzita (kolmo k plošce), akustický výkon je pak dán součtem všech dílčích intenzit.

$$W = \sum_{i=1}^n I_{ni} \cdot S_i \quad (1.3)$$

1.2.2 Měření skenováním

Popsáno normou ČSN ISO 9614-2, sonda se pohybuje spojitě po dráze umístěné na měřící ploše, obr. 1.3. Doporučená rychlost pohybu intenzitní sondy je menší než 1 m/s.



Obr. 1.3: Aproximace plošného integrálu při měření akustického výkonu pomocí intenzity metodou skenování

Při stacionárním zvukovém poli lze integrál aproximovat následovně:

$$W = b \int_l I_n dl \quad (1.4)$$

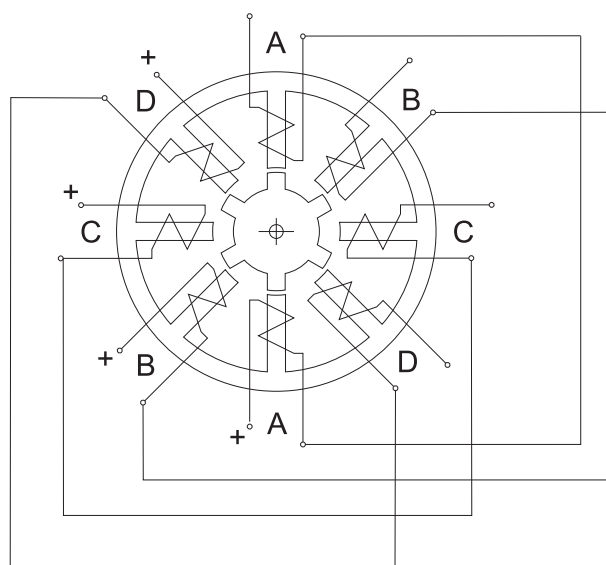
Kde b je šířka pásu odpovídající dráze l ($dS \approx b \cdot dl$), po které se pohybuje sonda. Předpokládá se tedy, že plocha S je rozdělena na pásy s konstantní šířkou.

2 KONSTRUKCE

2.1 Krokové motory

Principem činnosti je můžeme zařadit mezi vícepólové synchronní motory [5]. Využívají se vlastně jako převodníky číslicové informace (počet impulzů, číslo) na úhel natočení hřídele. Rozšíření tohoto typu motorů přichází až s rozvojem číslicové techniky a výkonových elektronických spínačů. Ten umožnil naplno využít jejich vlastnosti. Jedná se o analogové elektromechanické převodníky. Princip otáčení krokového motoru spočívá v postupném buzení cívek statoru, proud procházející cívkami vytváří magnetické pole ve kterém je uložen rotor, jehož póly jsou tvořeny buď trvalými (permanentsními) magnety – pak se jedná o aktivní rotor, nebo využívají rozdílné magnetické vodivosti (reluktance) – pasivní rotor. Existují i motory slučující konstrukční principy obou předchozích typů – tzv. hybridní motory. Podle požadovaného krouticího momentu, požadované přesnosti nastavení polohy a přípustného odběru proudu volíme některou z možných variant řízení unipolární nebo bipolární.

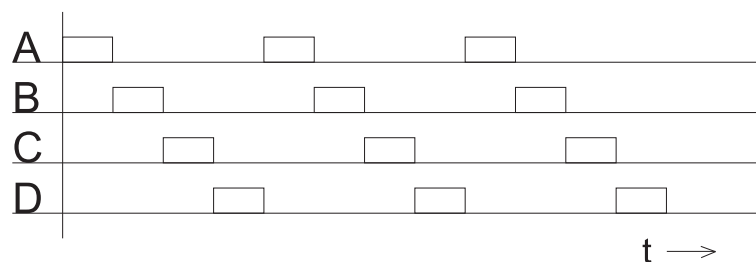
2.1.1 Unipolární řízení



Obr. 2.1: Unipolární řízení krokového motoru

a) Jednofázové řízení s plným krokem

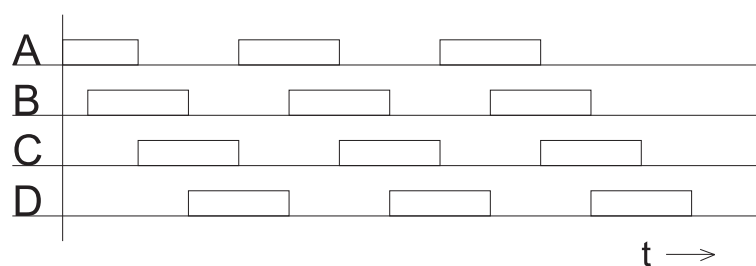
Napájena je vždy pouze jedna fáze - skupina cívek s konstantním rozestupem, který je dán počtem kroků na jednu otáčku. V následujícím kroku je napájena opět



Obr. 2.2: Princip jednofázového řízení s plným krokem

pouze jedna ze sousedních fází, podle toho kterým směrem se má rotor pootočit, obr. 2.2.

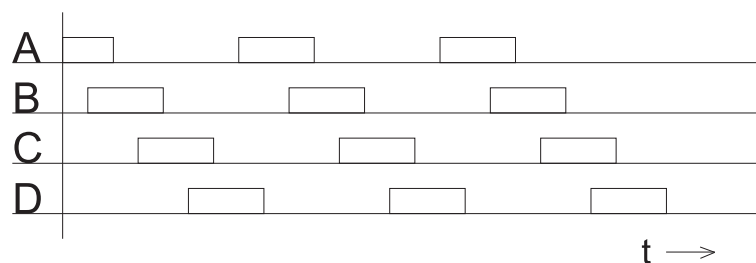
b) Dvoufázové řízení s plným krokem



Obr. 2.3: Princip dvoufázového řízení s plným krokem

Při dvoufázovém řízení jsou napájeny vždy dvě sousední fáze, v dalším kroku dojde k připojení jedné ze sousedních fází a současném odpojení fáze na druhém konci tak, že aktivní jsou vždy pouze dvě sousední fáze, obr. 2.3. Výhodou je větší zatížení, nevýhodou větší odběr proudu.

c) Řízení s polovičním krokem

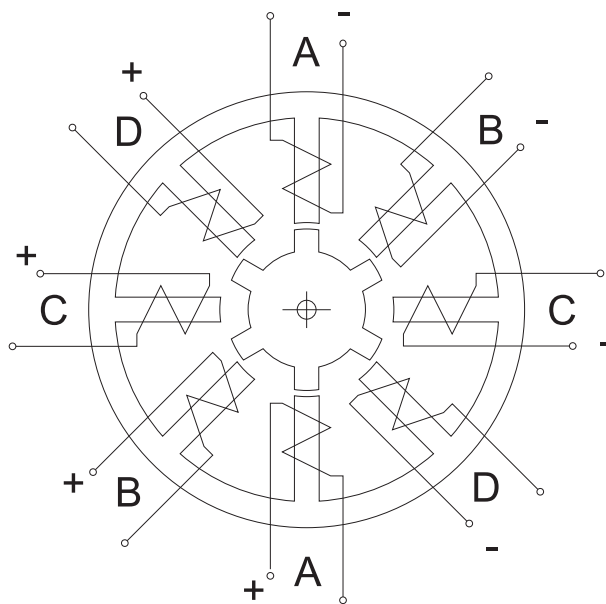


Obr. 2.4: Princip řízení s polovičním krokem

Jedná se o kombinaci předešlých dvou typů řízení. Napájena je jedna fáze (jako jednofázové řízení), v dalším kroku dojde k připojení jedné ze sousedních fází (dvou-

fázové řízení), teprve ve třetím kroku dojde k odpojení fáze první(jednofázové řízení), poté opět k připojení další sousední fáze(dvoufázové řízení). Tento způsob řízení umožňuje jednoduše získat dvojnásobný počet kroků na jednu otáčku, obr. 2.4.

2.1.2 Bipolární řízení



Obr. 2.5: Bipolární řízení krokového motoru

a) Jednofázové řízení s plným krokem

Napájeny jsou vždy dvě protilehlé fáze a to s opačnou polaritou, výhodou je téměř dvojnásobné zatížení, nevýhodou dvojnásobný odběr.

b) Dvoufázové řízení s plným krokem

Dvě sousední fáze jsou napájeny například kladným napětím, potom dvě k nim protilehlé fáze jsou napájeny záporně.

c) Řízení s polovičním krokem

Kombinace předešlých dvou zapojení, střídáním jednofázového a dvoufázového typu řízení získáme dvojnásobný počet kroků na jednu otáčku a tedy i dvojnásobnou přesnost řízení.

2.2 Polohovací systém

2.2.1 Možnosti a požadavky

Jak již bylo naznačeno v úvodu, požadavkem na navrhované polohovací zařízení je pohon pracující ve dvou osách, který má být schopný pracovat ve svislé i vodorovné poloze. Tento požadavek je možné splnit spojením dvou na sebe kolmých lineárních pohonných os. Jelikož pohon bude sloužit pro akustické měření, neměl by vytvářet zbytečný hluk a tím zavádět do měření akustického výkonu nepřesnosti (zejména při metodě skenování). Tento fakt je tedy nutné při návrhu zohlednit, ovšem úplné splnění tohoto požadavku již při návrhu nebude jednoduché a bude vyžadovat odzkoušení funkčního vzorku a jeho případnou dodatečnou úpravu.

Hlavní výhodou všech pohonů s krokovými motory je jejich velmi přesné řízení pouze počítáním kroků, tím odpadá nutnost realizace zpětné vazby v podobě snímačů polohy a zpětného kanálu, kterým budou tyto informace přenášeny do počítače a následně vyhodnocovány. Podmínkou pro nepoužití zpětné vazby je nepřekročení povoleného zatížení motoru, což může být u některých aplikací pohonů obtížně splnitelné, zejména tehdy, když dopředu přesně nevíme jaký předmět (jak těžký, jak velký, s jakým rozložením hmotnosti) bude na polohovací zařízení obsluhou umístěn. V případě i nepatrného překročení povoleného zatížení může docházet k náhodným ztrátám kroků a tím ztrácíme informaci o skutečné poloze jednotky. Tato podmínka je ale v případě pohonu pro intenzitní sondu snadno splnitelná, protože rozměry hmotnost a požadovaná maximální rychlost pohybu této sondy jsou známy a neměnné. Jednoduchou a poměrně účinnou metodou jak ztrátu kroku odhalit i bez použití přesných snímačů polohy je použití koncových snímačů.

2.2.2 Zvolená varianta

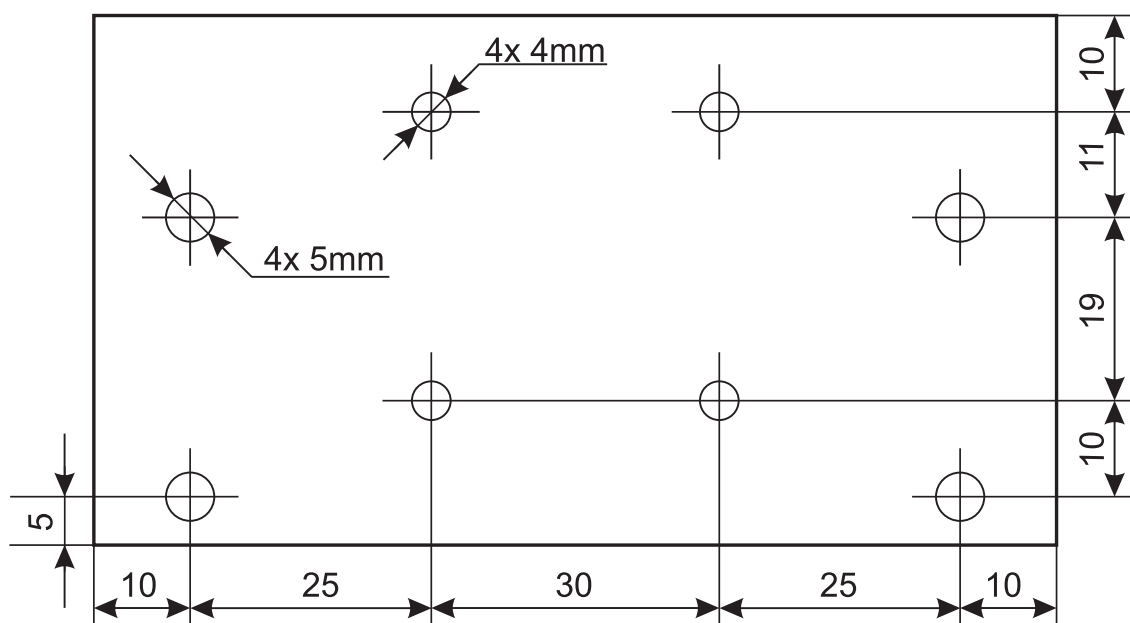
Vzhledem ke značné složitosti mechanické konstrukce zařízení se ukázalo jako nejvhodnější řešení použít kombinaci hotových modulů lineárních polohovacích os. Nabídka těchto modulů je opravdu široká, základní principy mechanické konstrukce posuvu jsou kuličkový šroub nebo ozubený řemen. Tyto pohonné osy je možné použít přímo s některým z nabízených krokových motorů. V případě potřeby mohou být doplněny o vhodnou převodovku. Dalším volitelným příslušenstvím jsou indukční snímače koncových poloh.

3 ŘEŠENÍ ZVOLENÉ VARIANTY

3.1 Mechanická konstrukce

3.1.1 Polohovací osy

Z nabídky modulů polohovacích jednotek byly jako nejvhodnější vybrány lineární polohovací osy s ozubeným řemenem výrobce Schneider Electric. Dvojice os MAXS1BR pro vertikální pohyb a jedna osa PAS41BR pro pohyb horizontální. Tyto osy se upevňují pomocí závitových kamenů a drážek, které se nacházejí na spodní a boční straně profilu. Rovnoběžné osy MAXS1BR jsou spřaženy pomocí společné hřídele. Na jejich jezdcce je pomocí dvou kusů navržených spojovacích dílů obr. 3.1 připevněna osa PAS41BR.

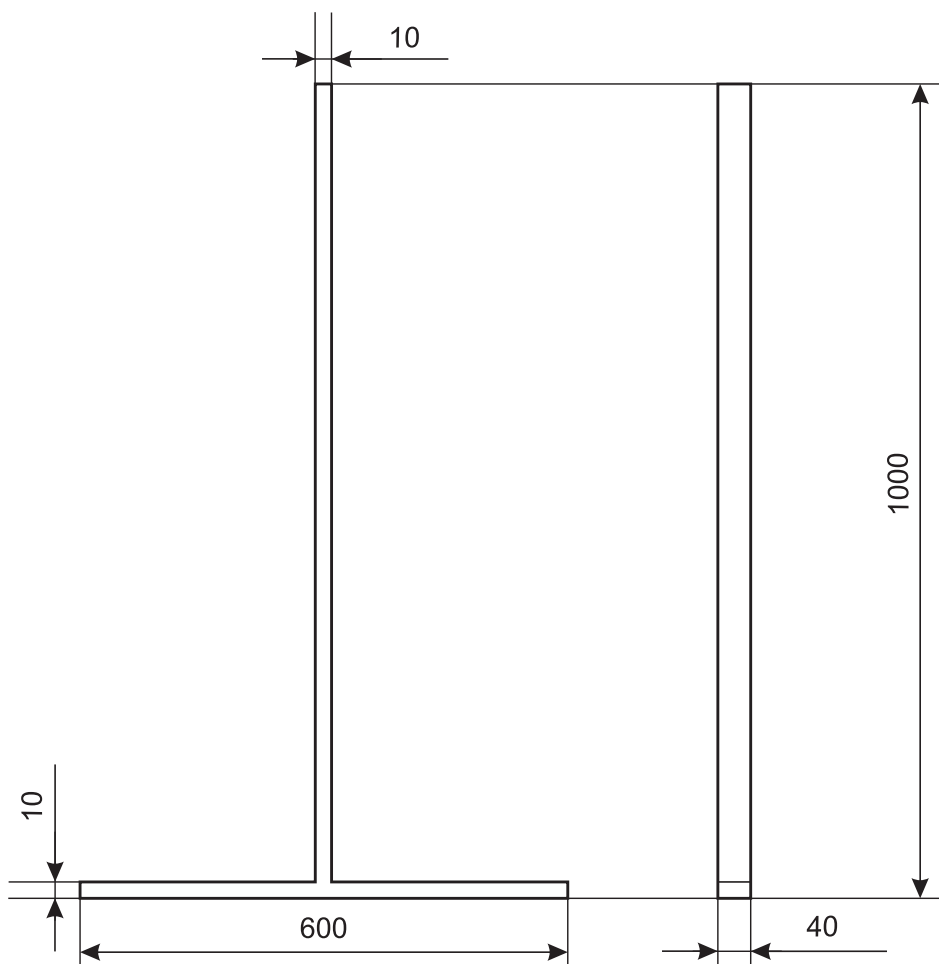


Obr. 3.1: Náčrtek spojovacího dílu

Spojovací díl je vyroben z hladkého plechu, materiál hliníková slitina, tloušťka 15 mm dle EN 485-3, výrobce Feron, značka materiálu EN AW-6082 T6 [AlSi1MgMn] dle EN 573-3 [11]. Tato součástka, jejíž vnější rozměry jsou délka 100 mm a šířka 55 mm je přišroubována na obou koncích osy PAS41BR. To je provedeno vždy pomocí čtyř zapuštěných šroubů M4 umístěných ze spodní strany osy, kde jsou pro tento účel výrobcem připravené závitové odpovídajícího průměru. K dvojici spřažených vertikálních os MAXS1BR je tento komplet připevněn pomocí osmi (čtyři vlevo, čtyři vpravo) šroubů M5 z vrchní strany spojovacího dílu.

3.1.2 Stojan

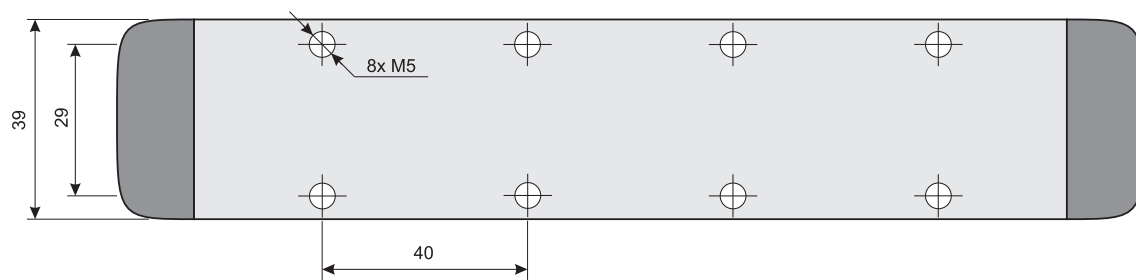
Základní materiál pro výrobu stojanu je plochá ocelová tyč výrobce Feron, přesné označení 90MnCrV8+A (1.2842) dle EN ISO 4957. Tyč je válcovaná za tepla, odpovídá normě EN 10058, její hmotnost je 3,14 kg/m [12] navržený stojan tedy bude dostatečně stabilní a robustní. Rozměry stojanu: výška 1000 mm, délka 300 mm na každou stranu, vše je přehledně zobrazeno na nákresu obr. 3.2 Pro připevnění os na stojan je využito drážek na zadní části hliníkových profilů os MAXS1BR, do kterých lze vložit závitové kameny. Do těchto závitových kamenů lze pomocí šroubů připevnit levý a pravý díl stojanu. Díky tomuto způsobu uchycení vzniká možnost jednoduché změny výšky celého polohovacího systému, povolením šroubů se mohou závitové kameny v drážkách pohybovat a můžeme tak přesně nastavit potřebnou výšku, případně kompenzovat nerovnosti podlahy.



Obr. 3.2: Stojan pro polohovací systém

3.1.3 Upevnění měřicích elementů

Na obr. 3.3 je zobrazen detail jezdcy horizontální osy PAS41BR, na který je potřeba umístit měřicí prvky. Pro jejich upevnění slouží adaptér König & Meyer 23550, jeho detail je na obr. 3.4.



Obr. 3.3: Detail jezdcy polohovací osy

Adaptér obsahuje dva 3/8" šrouby, standardně používané pro uchycení objímek měřicích mikrofونů [10]. V případě potřeby je možné přidat další 3/8" šrouby a adaptér tak přizpůsobit pro vytvoření malého pole měřicích mikrofонů s možností pohodlného a přesného nastavení jejich vzdáleností. Spojení mikrofonního adaptéru a jezdcy je provedeno pomocí 50 mm dlouhé závitové tyče M5, která je zašroubována do jednoho z vnitřních závitů jezdcy obr. 3.3 a adaptér je připevněn pomocí podložek mezi dvě matky M5. Vzniká tak velmi variabilní systém uchycení, adaptér lze snadno sejmout a můžeme ho jednoduše použít i pro jiný typ měření (případně snímání zvuku), například umístěním na mikrofonní stojan.

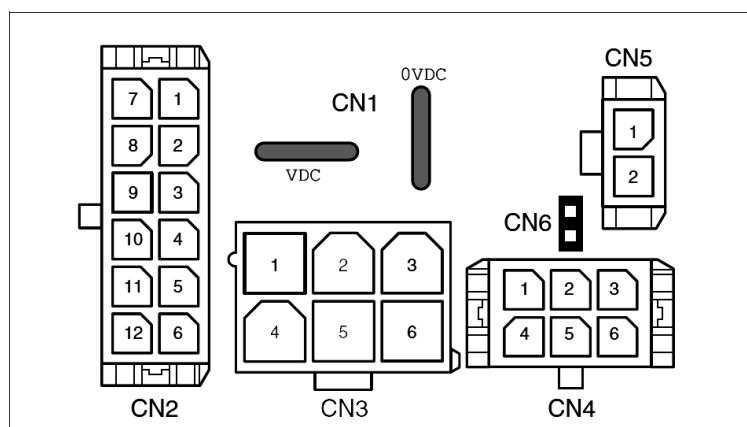


Obr. 3.4: Adaptér König & Meyer 23550 [10]

3.2 Elektrická konstrukce

3.2.1 Pohon

Pro pohon os slouží dvojice třífázových krokových motorů ILS1R573PB1A0, výrobce Schneider Electric. Detail připojovacích terminálů je zobrazen na obr. 3.5, k připojení napájení slouží konektor CN1, povolený rozsah napětí v rozmezí 18 - 40 V, maximální proudový odběr dosahuje až 3,5 A [8].



Obr. 3.5: Konektory pro připojení motoru ILS1R573 [8]

Vestavěná kompletní digitální řídicí jednotka obsahuje jak výkonovou část řízení, tak i řídicí elektroniku komunikující pomocí různých druhů sběrnic, např. CAN, Profibus a v tomto návrhu využitou RS485. Ta je vyvedena na konektoru CN3, popis zapojení použitých vývodů je uveden v tab. 3.1 [8].

Pin	Signal	Popis
2	+RS485	A RS485
5	-RS485	B RS485
4	RS485_0V	propojeno s CN1.0VDC

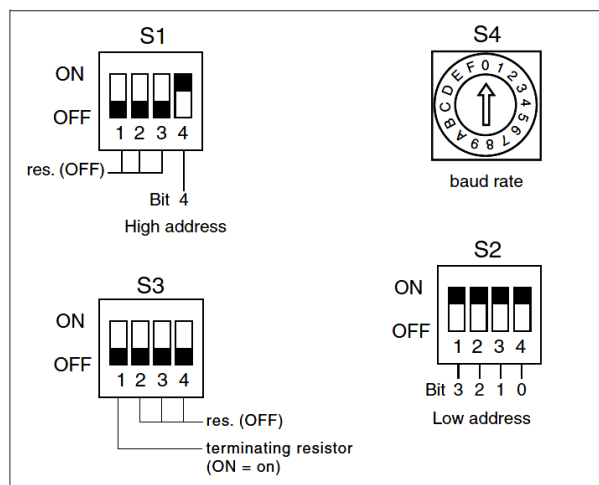
Tab. 3.1: Připojení krokového motoru ILS1R573 na sběrnici RS485

Konektor CN4 je určen pro připojení čtyř programovatelných 24V logických vstupů/výstupů IO0 ... IO3. V tomto návrhu jsou využity pouze dva vstupy pro připojení indukčních snímačů koncových poloh XS508B1PBP01SAQ a společný napájecí výstup 24V. Zbývající dva vstupy zůstávají nezapojené, pro přehlednost je vše uvedeno v tab. 3.2 [8].

Pin	Signal	Popis
1	+24VDC_OUT	24V výstup pro napájení snímačů
2	IO2	připojen koncový spínač P
3	IO3	propojen koncový spínač N
4	0VDC	propojeno s CN1.0VDC
5	IO3	nevyužitý
6	IO1	nevyužitý

Tab. 3.2: Připojení indukčních snímačů koncových poloh

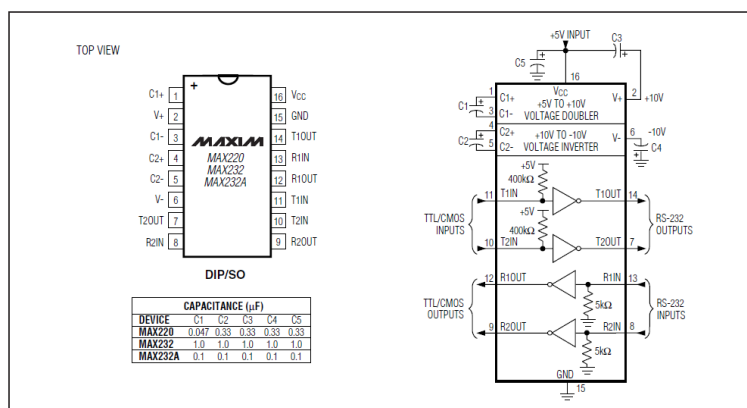
Nastavení pevných parametrů je provedeno pomocí přepínačů obr. 3.6 umístěných v prostoru pro připojení kabelů. Jedná se především o nastavení parametrů přenosu a přizpůsobení vedení. Přepínače S1 a S2 slouží k nastavení adresy motoru, pomocí S3 připojíme ukončovací rezistor v případě, že je zařízení umístěno na začátku nebo konci sběrnice, otočný přepínač S4 slouží k definování přenosové rychlosti sběrnice RS485 [8].



Obr. 3.6: Přepínače pro nastavení parametrů motoru [8]

3.2.2 Řídicí jednotka

Komunikace motorů s osobním počítačem je realizována pomocí dvou kaskádně řazených převodníků. První je běžně dostupný, komerčně prodáváný převodník USB na RS232 3.8, který řeší absenci sériových portů na drtivé většině dnešních počítačů. Druhý je převodník rozhraní RS232 na průmyslové rozhraní RS485, jehož základ tvoří integrovaný obvod MAX232. Bloková struktura obvodu je uvedena na obr. 3.7, jedná se vlastně o dva převodníky napěťových úrovní linky RS232 (12 V) na úrovně TTL (0 a 5 V) a dva převodníky z TTL na RS232, vše v jednom pouzdru DIL16.



Obr. 3.7: Bloková struktura obvodu MAX232 [15]

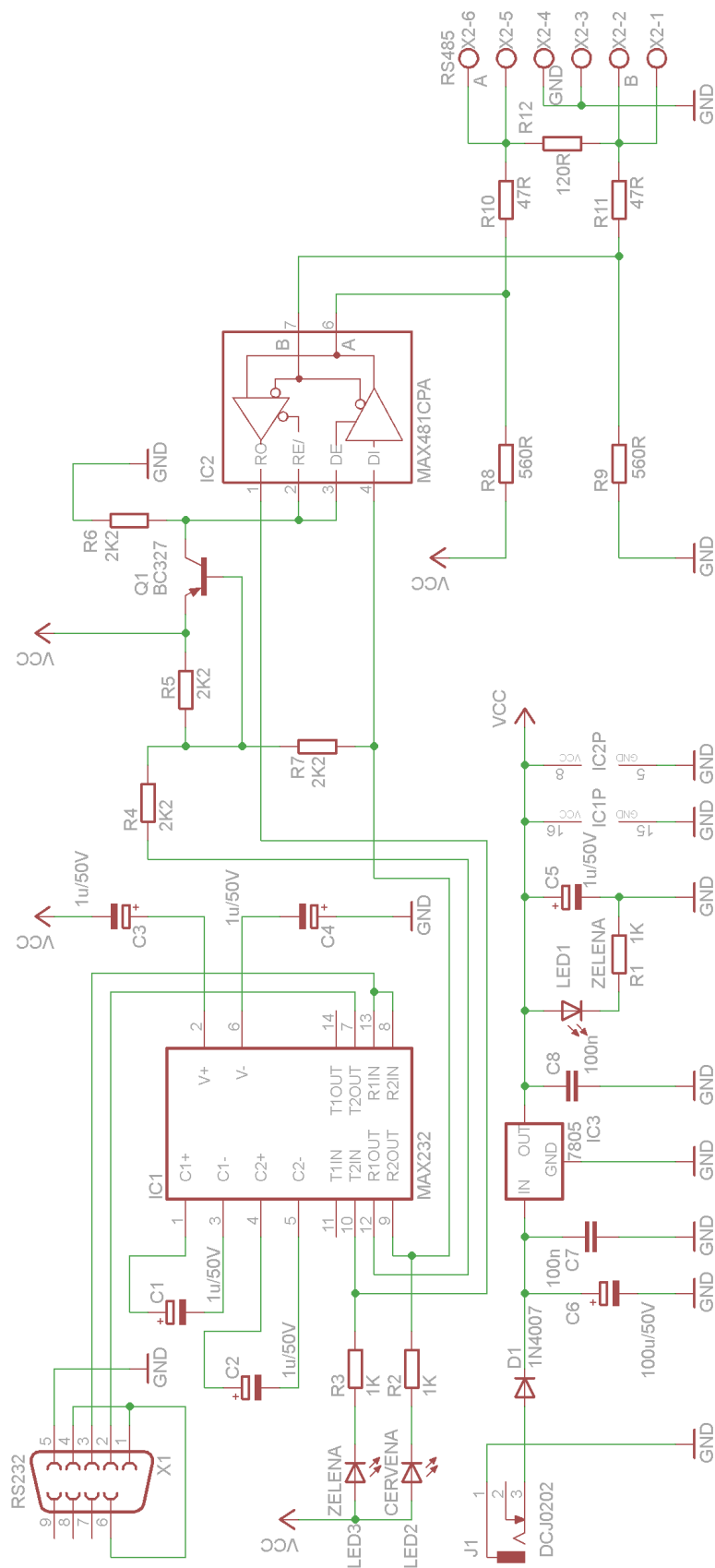
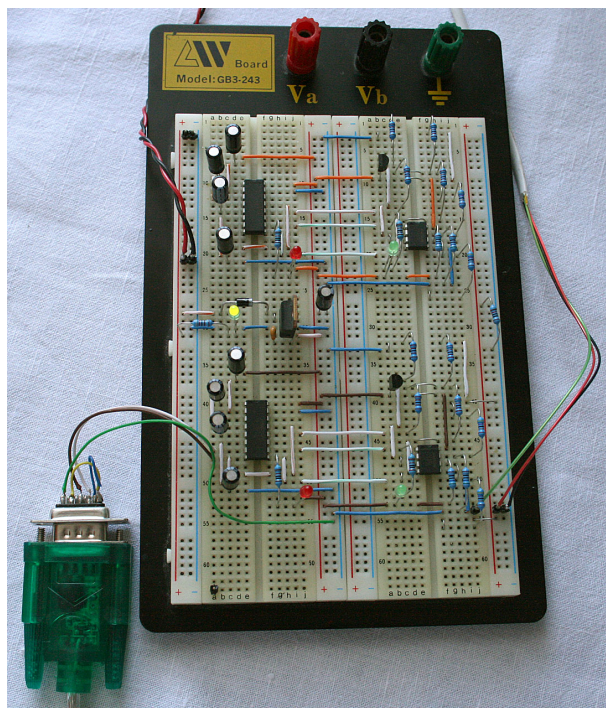


Schéma zapojení převodníku RS232 na RS485

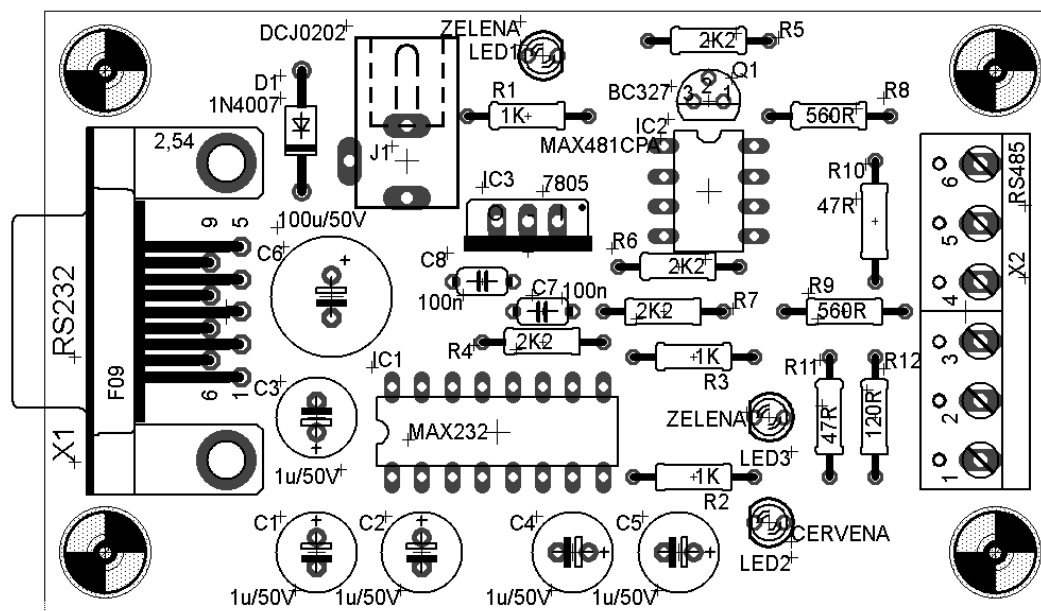
Přesto, že sériová linka pracuje s tak velkým napětím, obvod si vystačí pouze s jedním napájecím napětím +5 V, využívá totiž zapojení nábojové pumpy. Podmínkou správné funkce je připojení externích elektrolytických kondenzátorů C1 - C5, o výrobcem doporučených hodnotách 1uF [15]. Pro rychlý přehled o funkci zařízení a protékajících datech jsou osazeny dvě LED diody, červená značí vysílání, zelená příjem. Transceiver MAX481CPA slouží pro přizpůsobení signálu daným standardům a v podstatě je tvořen vysílačem a přijímačem. Obsahuje ochranu výstupu proti zkratu na sběrnici, minimalizuje EMI a redukuje přeslechy způsobené nesprávně ukončenými kabelem.

Návrh zapojení byl nejdříve prakticky ověřen realizací do nepájivého kontaktního pole obr. 3.8. Pomocí programu Lexium CT, verze 02.00.09, byly úspěšně prověřeny nejen schopnosti obousměrné komunikace přes všechna použitá rozhraní, ale i všechny funkce pohonných jednotek včetně správné funkce induktivních snímačů koncových poloh. Po odladění a prověření všech funkcí byla v programu EAGLE Layout Editor 5.11.0 navržena DPS. Pro jednodušší a levnější výrobu je návrh obr. ?? proveden jako jednostranný. Sběrnice RS485 nemá žádný standardizovaný konektor a proto je výstup sběrnice proveden pomocí dvojice paralelně zapojených šroubovacích svorkovnic wago-500, oba motory mohou být připojeny přímo k této desce.

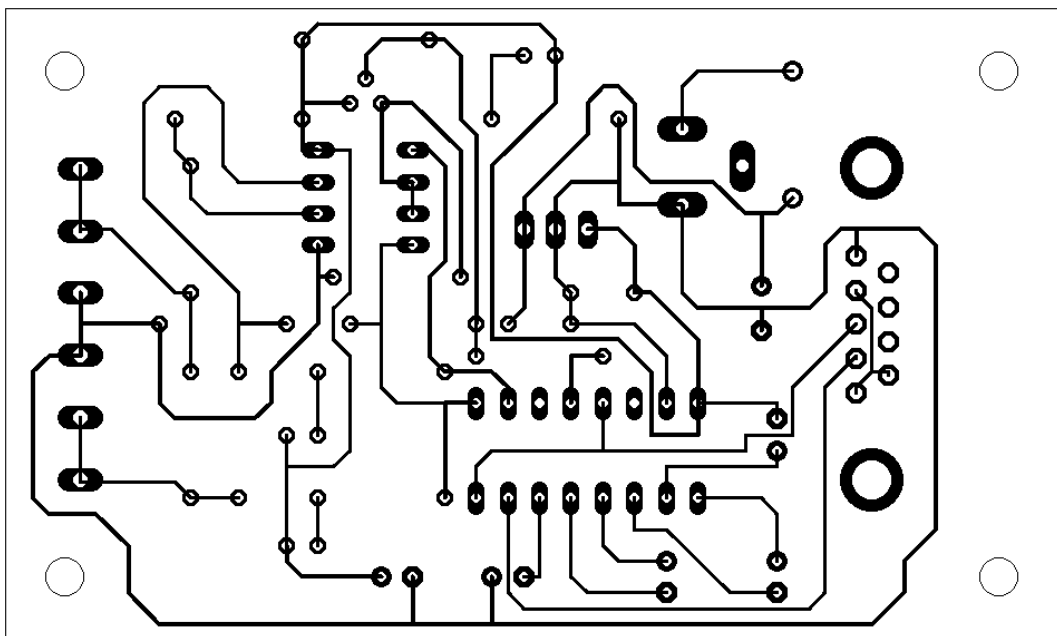


Obr. 3.8: Realizace převodníku pomocí NKP

Mezi výstupy vodičů A a B může být osazen ukončovací rezistor R12 o hodnotě 120 Ohm, to je nutné pouze v případě, pokud by byl převodník připojen ke konci dlouhého vedení sběrnice RS485, v tomto případě jsou ukončovací rezistory připojeny u elektronických jednotek motorů, takže není nutné osazovat. K napájení je použit externí nestabilizovaný napájecí zdroj 12V, připojený pomocí standardního napájecího konektoru jack. Vstup napájení je ošetřen proti přepólování diodou D1 v propustném směru, k dodatečné filtraci slouží kondenzátor C6, následuje integrovaný stabilizátor LM7805 s pevným výstupním napětím [13]. Pro kontrolu připojení napájení a správné funkce napájecího obvodu je osazena LED1 zelené barvy. Následující obrázek 3.9 zobrazuje rozmístění a polarizaci součástek na DPS, na dalším obrázku 3.10 potom strana spojů při pohledu ze spodní strany. Seznam všech použitých součástek a jejich hodnot je uveden na konci této zprávy.



Obr. 3.9: Osazení desky převodníku RS232 na RS485



Obr. 3.10: Převodník RS232 na RS485 - strana spojů

Part	Value	Device	Package	Library	Sheet
C1	1u/50V	CPOL-EUE2.5-7	E2,5-7	rc1	1
C2	1u/50V	CPOL-EUE2.5-7	E2,5-7	rc1	1
C3	1u/50V	CPOL-EUE2.5-7	E2,5-7	rc1	1
C4	1u/50V	CPOL-EUE2.5-7	E2,5-7	rc1	1
C5	1u/50V	CPOL-EUE2.5-7	E2,5-7	rc1	1
C6	100u/50V	CPOL-EUE3.5-10	E3,5-10	rc1	1
C7	100n	C-EU050-024X044	C050-024X044	rc1	1
C8	100n	C-EU050-024X044	C050-024X044	rc1	1
D1	1N4007	1N4942	D041-10	diode	1
IC1	MAX232	MAX232	DIL16	maxim	1
IC2	MAX481CPA	MAX481CPA	DIL08	maxim	1
IC3	7805	78XXS	78XXS	v-reg	1
J1	DCJ0202	DCJ0202	DCJ0202	con-jack	1
LED1	ZELENA	LED3MM	LED3MM	led	1
LED2	CERVENA	LED3MM	LED3MM	led	1
LED3	ZELENA	LED3MM	LED3MM	led	1
Q1	BC327	BC327	T092	transistor-pnp	1
R1	1K	R-EU_0207/10	0207/10	resistor	1
R2	1K	R-EU_0207/10	0207/10	resistor	1
R3	1K	R-EU_0207/10	0207/10	resistor	1
R4	2K2	R-EU_0207/10	0207/10	resistor	1
R5	2K2	R-EU_0207/10	0207/10	resistor	1
R6	2K2	R-EU_0207/10	0207/10	resistor	1
R7	2K2	R-EU_0207/10	0207/10	resistor	1
R8	560R	R-EU_0207/10	0207/10	resistor	1
R9	560R	R-EU_0207/10	0207/10	resistor	1
R10	47R	R-EU_0207/10	0207/10	resistor	1
R11	47R	R-EU_0207/10	0207/10	resistor	1
R12	120R	R-EU_0207/10	0207/10	resistor	1
X1	RS232	F09HP	F09HP	con-subd	1
X2	RS485	W237-6	W237-6	con-wago-500	1

4 ZÁVĚR

Práce popisuje návrh konstrukce počítačem řízeného polohovacího zařízení pro měření akustické intenzity. Rozborem problematiky byly stanoveny základní požadavky na toto zařízení, jako například: spojitý pohyb ve dvou osách rychlostí do 1m/s (pro měření akustické intenzity dle normy ČSN ISO 9614-1), nespojitý pohyb po přesně definovaných krocích (měření dle normy ČSN ISO 9614-2), zvýšené nároky na co nejmenší vlastní hluk polohovacího zařízení.

Především z důvodů značné náročnosti na kvalitu, návrh a provedení mechanické konstrukce bylo rozhodnuto o použití hotových modulů polohovacích os. Z široké nabídky byly vybrány lineární osy a pohonné jednotky s krokovými motory od německého výrobce Schneider Electric. Doplněné o induktivní snímače koncových poloh poskytují vysoký stupeň integrace řešení. V pohonu je totiž zabudována kromě výkonové části i kompletní řídicí jednotka komunikující přes rozhraní RS485. Odpadla tím potřeba řídit přímo krokové motory (přímé buzení jednotlivých vinutí), naopak bylo nutné propojit oba použité motory pomocí sběrnice RS485 a zajistit jejich propojení s řídicím počítačem. K tomu byl navržen převodník rozhraní RS232/RS485 využívající integrovaný obvod MAX232. Po nezbytném sestaven do kontaktního nepájivého pole a odzkoušení byl pomocí programu EAGLE Layout Editor vytvořen odpovídající plošný spoj. Prověření funkce pohonů bylo provedeno jednak pomocí výrobcem dodávaného obslužného programu Lexium CT, ale i ručním odesíláním příkazů prostřednictvím hyperterminálu. Pro praktické nasazení zařízení by bylo vhodné vytvořit speciální obslužný program, který by řešil nejen polohování, ale i vlastní měření akustické intenzity.

Pro sestavení os bylo nutné navrhnout některé vlastní mechanické součásti. Protože se však jedná o poměrně jednoduché díly, nebylo nutné vytvářet úplnou výkresovou dokumentaci se všemi náležitostmi, ale jsou použity pouze jednoduché nákresy a jejich podrobné slovní popisy.

LITERATURA

- [1] Smetana, C. a kol., *Hluk a vibrace, měření a hodnocení*. Sdelovací technika, Praha 1998. ISBN: 80-901936-2-5
- [2] GEIST, Bohumil. *Akustika : Jevy a souvislosti v hudební teorii a praxi*. Vyd. 1. Praha : Muzikus, 2005. 281 s. ISBN 80-86253-31-7.
- [3] ČSN ISO 9614. *Akustika : Určení hladin akustického výkonu zdrojů hluku pomocí akustické intenzity*. Praha : Český normalizační institut, Prosinec 1997. 24 s.
- [4] Matoušek, D., *Práce s mikrokontroléry Atmel AVR*. BEN - Technická literatura, Praha 2006. ISBN: 80-7300-209-4
- [5] ŘEZÁČ, Kamil. *Robotika.cz* [online]. 2002-10-28 [cit. 2010-11-03]. Krokové motory. Dostupné z WWW: <<http://robotika.cz/articles/steppers/cs>>.
- [6] Novák, P., *Mobilní roboty - pohony, senzory, řízení*. BEN - technická literatura, Praha 2005. ISBN: 80-7300-141-1
- [7] *Catalogue : Portal Axes PAS* [online]. Germany : Berger Lahr GmbH & Co. KG, 2007 [cit. 2010-12-10]. Dostupné z WWW: <http://www.mtcontrol.com/mtcontrol/UserFiles/File/Catalogue.Portal_Axes_PAS_GB_05_2007.pdf>.
- [8] *Product manual : Lexium Integrated Drive* [online]. Germany : Schneider-electric, 2008 [cit. 2010-12-10]. Dostupné z WWW: <http://www.schneider-electric.com/resources/sites/SCHNEIDER_ELECTRIC/content/live/FAQS/29000/FA29355/es.ES/ILS1B_ILS1F_ILS1R_manual_V201_EN.pdf>.
- [9] Rybička J., *L^AT_EX pro začátečníky* Brno 2003. 238 s. ISBN: 80-7302-049-1
- [10] *König & Meyer* [online]. 2011 [cit. 2011-05-12]. 23550 MICROPHONE BAR. Dostupné z WWW: <<http://produkte.k-m.de/en/product?xf2790=frp8oe4t3cemr50advakhbkc4&info=536>>.
- [11] *Ferona.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-05-12]. Specifikace výrobku. Dostupné z WWW: <<http://www.ferona.cz/cze/katalog/detail.php?id=24598>>.
- [12] *Ferona.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-05-30]. Specifikace výrobku. Dostupné z WWW: <<http://www.ferona.cz/cze/katalog/detail.php?id=25387>>.

- [13] *Fairchild Semiconductor Corporation* [online]. San Jose : Fairchild Semiconductor Corporation, 2011 [cit. 2011-05-30]. Dostupné z WWW: <<http://www.datasheetarchive.com/pdf-datasheets/Datasheets-11/DSA-204728.html>>.
- [14] *MAX220-MAX249 : Multichannel RS-232* [online]. Sunnyvale : Maxim Integrated Products, 2010 [cit. 2011-05-12]. Dostupné z WWW: <<http://datasheets.maxim-ic.com/en/ds/MAX220-MAX249.pdf>>.
- [15] *MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487 : Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers* [online]. USA : Maxim Integrated Products, 2003 [cit. 2011-05-12]. Dostupné z WWW: <<http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/73456/MAXIM/MAX481CPA.html>>.

ZKRATKY

ČSN	Česká norma
DIL	Dual In-Line package; Druh pouzdra IO
DPS	Deska plošných spojů
EMC	Electromagnetic Compatibility; Elektromagnetická kompatibilita
EMI	Electromagnetic Interference; elektromagnetické rušení
EN	Evropská norma
IO	Integrovaný obvod
ISO	International Organization for Standardization; Mezinárodní organizace pro normalizaci
LED	Light-Emitting Diode; dioda emitující světlo
M5	Metrický závit, průměr 5mm
NKP	Nepájivé kontaktní pole
RS232	Komunikační rozhraní známé jako sériový port
RS485	Komunikační standard umožňující propojit až 32 zařízení
TTL	Transistor-Transistor-Logic; tranzistorově-tranzistorová logika
USB	Universal Serial Bus; univerzální sériová sběrnice